

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Juli 2003 (17.07.2003)

PCT

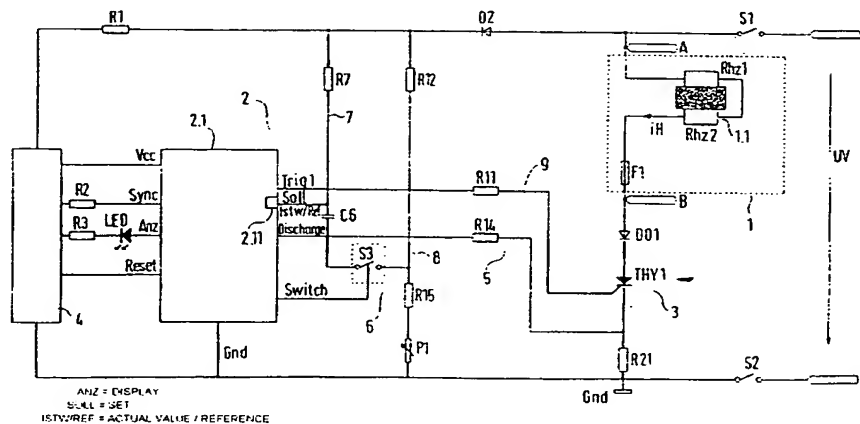
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/058365 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G05D 23/00** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **BEURER GMBH & CO.** [DE/DE]; Söflinger Str. 218, 89077 Ulm (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP03/00178**
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
10. Januar 2003 (10.01.2003) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MERK, Ernst** [DE/DE]; Kohlstattstr. 3, 89264 Weissenhorn (DE). **KÖHLER, Ralf** [DE/DE]; Lindenstr. 34, 89129 Langenau (DE).
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch** (74) Anwalt: **FLECK, Hermann-Josef**; Kligengasse 2, 71665 Vaihingen (DE).
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 00 974.0 12. Januar 2002 (12.01.2002) DE (81) Bestimmungsstaat (national): **US.**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **HEATING DEVICE COMPRISING A FLEXIBLE HEATING ELEMENT**

(54) Bezeichnung: **HEIZVORRICHTUNG MIT FLEXIBLEM HEIZKÖRPER**



(57) Abstract: The invention relates to a heating device comprising an electric heat conductor arrangement (1.1), which is integrated in a flexible heating element (1) and can be connected to a supply voltage (UV) via a connection cable. The heating device also comprises a heating circuit (3), which is formed with said heat conductor arrangement and with other elements including a control element (THY1) for a heating current (iH), and comprises a trigger circuit (2), which has a control loop and is connected to the control element (THY1) in order to vary the heating current (iH) and regulate the temperature, whereby the control element is triggered based on a deviation between an actual value and a set value. A simple design with reliable temperature regulation is obtained in that the trigger circuit (2) is additionally coupled to the heating circuit (3) via a coupling branch (5) in order to tap an electric measured variable (u21) current or voltage that varies according to the temperature of the heat conductor arrangement (1.1). In addition, the trigger circuit comprises a control loop with a digitizing stage (2.11) of a digital circuit arrangement (2.1). The trigger circuit (2) is configured so that the triggering of the control element (THY1) for adjusting a set temperature of the heating element (1) ensues based on digital data generated in the digitizing stage (2.11).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Heizvorrichtung mit einer in einem flexiblen Heizkörper (1) integrierten und über ein Anschlusskabel an eine Versorgungsspannung (UV) anschließbaren elektrischen Heizleiteranordnung (1.1), einem mit dieser und weiteren Elementen einschließlich einem Steuerglied (THY1)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

für einen Heizstrom (iH) gebildeten Heizkreis (3) und mit einer zum Variieren des Heizstroms (iH) und Regeln der Temperatur an das Steuerglied (3) angeschlossenen Ansteuerschaltung (2) mit Regelkreis, wobei die Ansteuerung des Steuerglieds in Abhängigkeit einer Abweichung zwischen einem Istwert und einem Sollwert erfolgt. Ein einfacher Aufbau mit zuverlässiger Temperaturregelung wird dadurch erhalten, dass die Ansteuerschaltung (2) des weiteren zum Abgreifen einer von der Temperatur der Heizleiteranordnung (1.1) abhängigen elektrischen Messgröße (u21) - Strom oder Spannung - über einen Koppelzweig (5) an den Heizkreis (3) gekoppelt ist und einen Regelkreis mit einer Digitalisierstufe (2.11) einer digitalen Schaltungsanordnung (2.1) aufweist und dass die Ansteuerschaltung (2) derart ausgebildet ist, dass die Ansteuerung des Steuerglieds (THY1) zum Einregeln einer eingestellten Temperatur des Heizkörpers (1) auf der Grundlage von in der Digitalisierstufe (2.11) gebildeten digitalen Daten erfolgt (Fig. 1).

## Heizvorrichtung mit flexiblem Heizkörper

Die Erfindung bezieht sich auf eine Heizvorrichtung mit einer in einem flexiblen Heizkörper integrierten und über ein Anschlusskabel an eine Versorgungsspannung anschließbaren elektrischen Heizleiteranordnung, einem mit dieser und weiteren Elementen einschließlich einem Steuerglied für einen Heizstrom gebildeten Heizkreis und mit einer zum Variieren des Heizstroms und Regeln der Temperatur an das Steuerglied angeschlossenen Ansteuerschaltung mit Regelkreis, wobei die Ansteuerung des Steuerglieds in Abhängigkeit einer Abweichung zwischen einem Istwert und einem Sollwert erfolgt.

Eine derartige Heizvorrichtung ist in etwa in der EP 0 562 850 A2 angegeben, wobei es insbesondere um eine Schaltung zum Schutz der in dem flexiblen Heizkörper integrierten elektrischen Heizleiteranordnung vor einer Übertemperatur geht. Desweiteren weist die dabei vorgesehene Ansteuerschaltung auch eine Temperaturregelschaltung auf, mit der für die Aufrechterhaltung einer gewünschten Temperatur ein Heizstrom über ein Steuerglied in Form eines Thyristors z.B. mittels Phasenanschnittsteuerung variiert wird. Auch andere Ausführungsarten des Steuerglieds, beispielsweise ein mechanischer, thermischer oder anderer elektronischer Schalter sind genannt. Nähere Angaben zum Aufbau einer Regelschaltung an sich sind jedoch nicht gemacht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Heizvorrichtung der eingangs genannten Art bereit zu stellen, die insbesondere hinsichtlich der Ausführung der Regelschaltung Vorteile bietet.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Hiernach ist vorgesehen, dass die Ansteuerschaltung des weiteren zum Abgreifen einer von der Temperatur der Heizleiteranordnung abhängigen elektrischen Messgröße - Strom oder Spannung - über einen Koppelzweig an den Heizkreis gekoppelt ist und einen Regelkreis mit einer Digitalisierstufe einer digitalen Schaltungsanordnung aufweist und dass die Ansteuerschaltung derart ausgebildet ist, dass die Ansteuerung des Steuerglieds zum Einregeln einer eingestellten Temperatur des Heizkörpers auf der Grundlage von in der Digitalisierstufe gebildeten digitalen Daten erfolgt.

Diese Ausbildung der Ansteuerschaltung mit einem Regelkreis, der eine Digitalisierstufe aufweist und mit der die Einregelung der eingestellten Temperatur auf der

Grundlage der gebildeten digitalen Daten erfolgt, ermöglicht eine genaue und sichere Temperaturregelung, die auch nach unterschiedlichen Anforderungen, beispielsweise nach Art und Geschwindigkeit der Einregelung der Temperatur oder in Abhängigkeit von der Art des flexiblen Heizkörpers (z.B. Decke oder Kissen oder Wärmeunterbett) ohne Schwierigkeit geeignet ausgelegt werden kann. Die digitale Schaltungsanordnung ist dabei vorzugsweise ein Mikrocontroller, kann beispielsweise aber auch eine speziell aufgebaute digitale Schaltungsanordnung sein, wie etwa ein ASIC, ein CMOS-Gatter oder dgl.

Zum Bilden des Istwertes ist vorteilhaft vorgesehen, dass die Messgröße mittels eines im Heizkreis gebildeten Spannungsteilers abgegriffen ist, der einerseits mit der einen temperaturabhängigen Widerstand bildenden Heizleiteranordnung und andererseits mit mindestens einem Widerstandselement gebildet ist. Die ohnehin vorhandene Heizleiteranordnung wird dabei auch als Temperatursensor genutzt.

Dabei bestehen verschiedene Aufbauvarianten darin, dass die Messgröße über einen Zuführzweig mittelbar oder unmittelbar der Digitalisierstufe zum Bilden eines digitalen Istwertes zugeführt ist. Hierbei ist auch eine drahtlose Strecke zum Übertragen der Messgröße denkbar.

Ein günstiger Aufbau der Ansteuerschaltung, insbesondere des Regelkreises, ergibt sich dadurch, dass die Messgröße einem der Digitalisierstufe vorgeschalteten analogen Zeitglied mit einer Widerstand-/Kondensatorschaltung zugeführt ist, dass die Digitalisierstufe zum Bilden des digitalen Istwertes ein Zeitmessglied aufweist und der digitale Istwert einem Istzeitwert bis zum Erreichen einer vorgegebenen oder vorgebbaren Ladespannung des Kondensators entspricht, dass in der Digitalisier-

stufe als Sollwert ein Sollzeitwert vorgegeben oder vorgebbar ist, und dass zum Heizen die Ansteuerung des Steuerglieds in Abhängigkeit von einer Abweichung des Istzeitwertes von dem Sollzeitwert erfolgt.

Dabei bestehen weitere vorteilhafte Maßnahmen darin, dass der Kondensator mit seinem einen Anschluss über einen Ladewiderstand an einen Pol der Versorgungsspannung und mit seinem anderen Anschluss über den Koppelzweig an den Heizkreis gekoppelt ist und dass zum Erfassen der Messgröße und Bilden des Istwertes das Steuerglied mittels der digitalen Schaltungsanordnung angesteuert ist.

Ist vorgesehen, dass der Kondensator über einen Gleichrichter an die Versorgungsspannung angeschlossen ist, so können beispielsweise bei einer Netz-Versorgungsspannung Halbwellen für eine Triggerung und Bildung der Istwerte und/oder Sollwerte günstig genutzt werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung für den Aufbau und die Durchführung der Regelung besteht darin, dass zum Bilden des Sollwertes das Steuerglied in seinen den Heizkreis unterbrechenden nicht angesteuerten Zustand gebracht ist und der andere Anschluss des Kondensators zum Abgreifen einer entsprechend einer gewünschten Temperatur einstellbaren Teilspannung und zum Bilden des Sollwertes aus dieser an einen weiteren Spannungsteiler angeschlossen ist.

Dabei lassen sich einzelne Zeitabschnitte der Steuerung eindeutig dadurch untergliedern, dass der Abgriff der Teilspannung mittels eines zeitweilig über die digitale Schaltungsanordnung angesteuerten Schaltglieds erfolgt und dass der gebildete

Sollwert und/oder der gebildete Istwert zum Durchführen eines Soll-/Istwertvergleichs in der digitalen Schaltungsanordnung abgespeichert wird/ werden.

Die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Temperaturregelung wird dadurch unterstützt, dass die digitale Schaltungsanordnung zum Erzeugen eines Referenzwertes als gemeinsame Bezugsgröße für den Sollwert und den Istwert ausgebildet ist. Mit dieser Maßnahme lassen sich beispielsweise mittels entsprechender Programme in der digitalen Schaltungsanordnung, insbesondere einem Mikrocontroller oder einem Mikrorechner, auch Fehler nach Art und/oder Ort erkennen, bzw. auch geeignete Korrekturwerte einrechnen.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung für einen einfachen, sicher funktionierenden Aufbau besteht dabei darin, dass zum Bilden des Referenzwertes das Steuerglied und das Schaltglied in ihren Unterbrechungszustand gebracht sind und der über den einen und anderen Anschluss mit der digitalen Schaltungsanordnung verbundene Kondensator mittels dieser zur Durchführung der Referenzmessung entladbar ist und anschließend über den Ladezweig, den Koppelzweig und das Widerstandselement des Heizkreises geladen wird und dabei die bis zum Erreichen der Ladespannung des Kondensators mit dem Zeitmessglied der digitalen Schaltungsanordnung gemessene Zeit als Referenzwert gespeichert wird. Hierbei wird das Zeitglied aus der Widerstands-/Kondensatorschaltung nicht nur für die Bildung des Istwertes und des Sollwertes, sondern auch für die Bildung des Referenzwertes genutzt, wodurch sich eine erhöhte Zuverlässigkeit ergibt.

Ein für die Durchführung der Temperaturregelung vorteilhafter Aufbau besteht darin, dass die digitale Schaltungsanordnung derart ausgebildet ist, dass zur Tem-

peraturregelung zunächst der Referenzwert während einer Versorgungshalbwelle ermittelt und anschließend während jeweils weiterer Halbwellen der Sollwert und der Istwert bestimmt und aufgrund des Vergleichs von Sollwert und Istwert die Temperatur eingeregelt wird und nach einer Pausenzeit, in der die Ansteuerung des Steuerglieds unterbrochen ist, die genannten Schritte von der Referenzwertbildung bis zur Pausenzeit zyklisch wiederholt werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer elektrischen Schaltung einer Heizvorrichtung und

Fig. 2 Spannungsverläufe eines Zeitglieds, aufgetragen über der Zeit zum Herleiten eines Istwertes, Sollwertes und Referenzwertes.

In Fig. 1 ist eine Heizvorrichtung mit einem flexiblen Heizkörper 1 gezeigt, z.B. in Form einer Heizdecke, eines Heizkissens oder Wärmeunterbetts, in dem eine Heizleiteranordnung integriert und eine Schmelzsicherung F1 untergebracht sind, und mit einer auf einen Heizkreis 3 einwirkenden Ansteuerschaltung 2, mit der ein durch den Heizkreis 3 mit der Heizleiteranordnung 1.1 fließender Heizstrom iH zum Einregeln einer gewünschten Temperatur variierbar ist.

Der an eine Versorgungsspannung UV, beispielsweise eine Netzspannung, eine andere transformierte Spannung oder eine Gleichspannung, angeschlossene und mit-



tels Schalter S1, S2 von dieser trennbare Heizkreis 3 weist im Anschluss an die Heizleiteranordnung 1.1 und die Schmelzsicherung F1 eine für eine positive Halbwelle in Durchlassrichtung angeschlossene Diode, ein Steuerglied THY1 in Form eines Thyristors oder Triacs oder anderen Halbleiterschalters oder elektronisch betätigbaren mechanischen Kontakts sowie einen Spannungsteilerwiderstand R21 auf, der mit seinem von dem Steuerglied THY1 abgelegenen Anschluss an Masse liegt und mit der Heizleiteranordnung 1.1 einen Spannungsteiler bildet. Die Heizleiter Rhz1, Rhz2 der Heizleiteranordnung 1.1 sind vorzugsweise mittels eines bei einer geeigneten Temperatur schmelzenden Isolators voneinander isoliert und als Innenleiter und Außenleiter einer Heizkordel miteinander verbunden, wie an sich bekannt, wodurch auch eine Kompensation des elektromagnetischen Feldes erreicht wird. Die Heizleiteranordnung 1.1 ist an z.B. zwei Anschlusspunkten A, B im Randbereich des flexiblen Heizkörpers 1 oder an einem kurzen Kabelstück mit einer Stecker-/Kupplungseinheit von dem Heizkreis 3 lösbar angekoppelt oder aber über diese mit festen Anschlusskabeln verbunden. Die Schmelzsicherung F1 kann auch außerhalb des flexiblen Heizkörpers 1 in dem Heizkreis 3, beispielsweise der Stecker-/Kupplungseinheit angeordnet sein. Die Heizleiter Rhz1, Rhz2 besitzen einen temperaturabhängigen Widerstand, beispielsweise mit einem positiven Temperaturkoeffizienten (PTC-Effekt) oder negativen Temperaturkoeffizienten (NTC-Effekt), so dass der zusammen mit dem Spannungsteilerwiderstand R21 gebildete Spannungsteiler temperaturabhängig ist. Mehrere Heizkreise 3 können parallel oder in Serie vorgesehen sein, wobei in dem Heizkörper 1 entsprechend mehrere Heizkordeln angeordnet sind.

Die Ansteuerschaltung 2 ist über einen Koppelzweig 5 zum Abgriff der mittels des Spannungsteilers aus dem Spannungsteilerwiderstand R21 und der Heizleiteranord-

nung 1.1 gebildeten Teilspannung sowie über einen Ansteuerzweig 9 an einen Steuereingang des Steuerglieds THY1 angeschlossen und weist eine über eine Energieversorgung 4 versorgte digitale Schaltungsanordnung 2.1, die beispielsweise als Mikrorechner, Mikrocontroller, spezielle integrierte Schaltungsanordnung (ASIC), CMOS-Gatter oder dgl. ausgebildet ist, sowie ferner ein in einem Ladezweig 7 und Sollwertzweig 6 eingebundenes Zeitglied aus einer Widerstand-/Kondensatorschaltung R7, C6 und einen an der Versorgungsspannung UV liegenden weiteren Spannungsteiler 8 mit festen Widerständen R12, R15 und einem einstellbaren Widerstand P1 auf, wobei in dem positiven Potentialanschluss zu der Versorgungsspannung UV eine weitere Diode D2 in Durchlassrichtung eingefügt ist. Dabei ist die weitere Diode D2 so angeordnet, dass die gesamte Ansteuerschaltung 2 über diese an die Versorgungsspannung UV angeschlossen ist.

An dem weiteren Spannungsteiler 8 ist zwischen den beiden festen Widerständen R12, R15 zum Bilden des Sollwertzweiges 6 eine mit dem einstellbaren Widerstand in Form des Potentiometers P1 einstellbare Teilspannung abgegriffen, die entsprechend einer gewünschten Temperatur des Heizkörpers 1 wählbar ist. Das Potentiometer P1 liegt dabei zwischen dem masseseitigen festen Widerstand R15 und Masse Gnd. Die an dem weiteren Spannungsteiler 8 abgegriffene Teilspannung wird über einen an die digitale Schaltungsanordnung 2.1 zum Öffnen und Schließen an einen Anschluss Switch angeschlossenen steuerbaren Schalter S3 an den Kondensator C6 angelegt. Der Kondensator C6 ist damit mit seinem einen Anschluss über den Lade-Widerstand R7 zum Aufladen an den positiven Pol der Versorgungsspannung UV und mit seinem anderen Anschluss über den steuerbaren Schalter S3 und den festen Widerstand R15 und das Potentiometer P1 zum Bilden des Sollwertzweiges 6 an Masse angeschlossen, wobei der Sollwertzweig 6 zum

Bilden eines Sollwerts zeitweilig mittels des steuerbaren Schalters S3 entsprechend einem in der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 festgelegten Ansteueralgorithmus geschlossen werden kann. Der mit dem Lade-Widerstand R7 verbundene Anschluss des Kondensators C6 ist zudem mit einem Eingangsanschluss der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 zum Erfassen der Ladespannung und Zuführen zu einer Digitalisierstufe 2.11 verbunden, während der andere Anschluss des Kondensators C6 vorzugsweise an einen Entladeanschluss (Discharge) der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 angeschlossen ist, um eine gesteuerte vollständige Entladung des Kondensators C6 vorzunehmen. Zudem ist dieser andere Anschluss des Kondensators C6 über den Koppelzweig 5 mit einem Widerstand R14 zum Abgreifen der Teilspannung an dem Widerstand R21 des Heizkreises 3, d.h. einer aktuellen Messgröße in Abhängigkeit der Temperatur der Heizleiteranordnung 1.1 und damit des Heizkörpers 1 angeschlossen, wobei der Anschlusspunkt in dem Heizkreis 3 zwischen dem Steuerglied THY1 und dem Spannungsteilerwiderstand R21 liegt. Der Ansteuerzweig 9 enthält einen Widerstand R11 und ist an einen Steueranschluss Trig1 der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 angeschlossen, um eine Temperaturregelung des Heizkörpers 1 in Abhängigkeit von einem Sollwert-/Istwertvergleich vorzunehmen, wobei mittels der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 geeignete Regelalgorithmen vorgegeben bzw. programmiert werden können.

Alternativ kann der Entladeanschluss Discharge auch entfallen. Anstelle Teilspannungen über die Widerstände R7 und R12 zu erzeugen, können auch entsprechende vom Lastkreis (Heizung) getrennte Gleichspannungen angelegt werden, so dass die Widerstände R7 und R12 eingespart werden. Weiterhin können verschiedene Sollwerte auch in der digitalen Schaltungsanordnung vorgegeben und über zugeordnete Anschlüsse abgegriffen werden, die mittels Umschalter geeignet kon-

taktiert werden können. Dadurch lassen sich die Widerstände R12, R15, P1 und der Schalter S3 ersetzen. Die Vorgabe des Sollwertes erfolgt dann nicht über den veränderten Widerstand P1, sondern mittels Umschalter. Beispielsweise kann dafür ein temperaturstabiler Zeittakt oder eine Referenzzeit in der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 vorgesehen werden.

Die digitale Schaltungsanordnung 2.1 ist andererseits über einen Anschluss Vcc an die Energieversorgung 4 und mittels eines Masseanschlusses Gnd an Massepotential gelegt. Zudem bestehen über einen Synchronisieranschluss Sync, einen Anzeigeanschluss Anz sowie einen Rücksetzanschluss Reset weitere Verbindungen der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 mit der Energieversorgung 4, wobei an dem Synchronisieranschluss Sync ein Widerstand R2 und an den Anzeigeanschluss Anz eine Anzeige, beispielhaft in Form einer Leuchtdiodenanzeige LED sowie eine Widerstandsanordnung R3 angeschlossen sind. Die Energieversorgung 4 ihrerseits liegt einerseits an Masse und andererseits über einen Widerstand R1 und die weitere Diode D2 an der Versorgungsspannung UV.

Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei der Temperaturregelung anhand der in Fig. 1 gezeigten Heizvorrichtung und von in Fig. 2 gezeigten Ladekurven des Kondensators C6 näher erläutert, aus denen ein Referenzwert, der Istwert bei verschiedenen Temperaturen der Heizleiteranordnung 1.1 und der Sollwert hergeleitet werden. Der Referenzwert, der Sollwert und der Istwert werden jeweils aus den Ladekurven des Kondensators C6 bei unterschiedlichen Beschaltungen bestimmt, die mittels der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 gesteuert werden, wobei die Ladezeiten des Kondensators C6 auf eine bestimmte Ladespannung mittels einer in der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 vorgesehenen Digitalisierstufe 2.11

bestimmt werden. In der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 ist ein digitales Zeitmessglied mit einem festen Zeittakt und einem Zähler vorgesehen. Durch den Vergleich des Istwertes in Form eines Istzeitwertes und des Sollwertes in Form eines Sollzeitwertes wird über die Zuführung des Heizstromes  $i_H$  mittels des Steuer gliedes THY1, d.h. über Heizen oder Nichtheizen entschieden.

Mit den vorliegenden Maßnahmen zum Bilden des Istwertes und des Sollwertes werden große Versorgungsspannungsbereiche von etwa 100V bis 250V und auch Frequenzbereiche üblicher Netzversorgungsspannungen von etwa 50 bis 60 Hz auf einfache Weise abgedeckt, wobei die übliche Auflösung der Digitalisierstufe 2.11 bzw. des digitalen Zeitmessgliedes ausreichend ist, aber auch leicht vergrößert werden kann, falls erwünscht. Die Erhöhung der Auflösung kann dabei durch einfache Erhöhung der Taktfrequenz, z.B. automatisch, bei entsprechender Umschaltung der Versorgungsspannung erfolgen. Beispielsweise kann dies in Abhängigkeit von dem dynamischen Referenzwert im Speicher der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 erfolgen, der sich nach der Versorgungsspannung richtet.

Für die Ermittlung des Referenzwertes wird vorliegend beispielsweise während einer negativen Halbwelle der Versorgungsspannung  $U_V$ , die beispielsweise die Netzspannung ist, der Kondensator C6 über die Anschlüsse Istw/Ref und Discharge vollständig entladen. Während der Referenzmessung sind der steuerbare Schalter S3 und der Lastschalter in Form des Steuerglieds THY1 nicht angesteuert, d.h. offen. Über den Synchronisieranschluss Sync wird ein Nullspannungsdurchgang jeder positiven Halbwelle erfasst und nach dem Nulldurchgang beginnt der Aufladevorgang des Kondensators C6 in Abhängigkeit von den Widerständen R7, R14, R21 und der weiteren Diode D2, bis ein digitaler Schaltpegel an

dem Referenzeingang der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 erreicht ist. Bei 50 Hz Netzfrequenz beträgt die Ladezeit nach Fig. 2 z.B. 5,8 ms, die den Referenzwert bildet.

Zum Bilden des Istwertes wird der gesteuerte Schalter S3 nicht angesteuert, bleibt also offen, wogegen das Steuerglied THY1 angesteuert, d.h. der Heizkreis 3 geschlossen ist. Bedingt durch den Stromfluss über die von den Heizleitern gebildeten Heizwiderstände Rhz1 und Rhz2, die Schmelzsicherung F1, die Diode D01, das Steuerglied THY1 und den Spannungsteilerwiderstand R21 entsteht ein temperaturproportionaler Spannungsabfall U21 an dem Spannungsteilerwiderstand R21. Beispielsweise beträgt die Teilspannung in Form des Spannungsabfalls U21 bei 20° C Heizleitertemperatur ca. 1 V (Spitze der positiven Sinushalbwellen) und bei maximaler Temperatur (80° C) ca. 0,7 V. Bedingt durch den parallelen Anstieg der positiven Ladespannung an dem Ladewiderstand R7 und die Anhebung mittels der Teilspannung U21 verkürzt sich der Ladevorgang an dem Kondensator C6 bis zum Erreichen des Schaltpegels auf eine Ladezeit bzw. einen Istzeitwert von ca. 4,7 ms bei 20° C. Ändert sich durch die Erwärmung der Heizleiteranordnung 1.1 auf 70° C infolge des PTC-Effektes die Teilspannung U21 auf ca. 0,75 V im Maximum der Sinushalbwellen, so erfolgt der Ladevorgang des Kondensators C6 in ca. 5,0 ms.

Zur Bildung des Sollwertes in Form des Sollzeitwertes wird bei nicht angesteuertem Steuerglied, d.h. bei offenem Heizkreis 3 und eingeschaltetem, d.h. geschlossenem steuerbarem Schalter S3 die Ladespannung des Kondensators C6 bei maximaler Temperatureinstellung (80° C) durch das Potentiometer P1 um ca. 0,7 V (Maximum der positiven Sinushalbwellen) angehoben. Dies entspricht der Teilspannung U21 bei maximaler Temperatur. Das ergibt an dem Kondensator C6 eine La-

dezeit bis zum Schaltpegel von 5,1 ms (Sollzeitwert bei 80° C). Der Sollwertzweig 6 ergibt sich dabei durch die Bauteile weitere Diode D2, Widerstand R7, Kondensator C6, steuerbarer Schalter S3, Widerstand R15 und einstellbarer Widerstand P1 in Verbindung mit dem Widerstand R12 des weiteren Spannungsteilers 8, wobei der steuerbare Schalter S3 mittels der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 über den Anschluss Switch angesteuert ist.

Beim Ablauf der Temperaturregelung wird zunächst der Referenzwert ermittelt, danach werden der Sollwert und der Istwert als Sollzeitwert und Istzeitwert bestimmt. Durch den Vergleich der Ladezeiten an dem Kondensator C6, der aufgrund der hergeleiteten digitalen Daten des Istzeitwertes und des Sollzeitwertes durchgeführt wird, wird dann über Heizen oder Nichtheizen entschieden. Bei Erreichen der Maximaltemperatur ergeben sich gleiche Ladezeiten an dem Kondensator C6 (wobei die Teilspannung U21 0,7 V beträgt), d.h. vorliegend 5,1 ms. Daraufhin wird die Ansteuerung des Steuergliedes THY1 unterbrochen und eine Pausenzeit von ca. 1 s eingefügt. Danach werden jeweils der Referenz-, Soll- und Istwert innerhalb von 3 Netzhalfwellen ermittelt. Durch einen weiteren Vergleich wird wieder über Heizen oder Nichtheizen entschieden. Bei Nichtheizen wird wiederum eine Pause von 1 s eingefügt. Dieser Ablauf wiederholt sich.

Im Einzelnen kann der Vergleich von Sollwert und Istwert in der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 auch anderen Regelalgorithmen zugeführt werden, um den Heizstrom  $i_H$  in dem Heizkreis 3 über das Steuerglied THY1 in Abhängigkeit von einem gewünschten zeitlichen Temperaturverhalten und/oder in Abhängigkeit von der Art des flexiblen Heizkörpers 1, beispielsweise einer Wärmedecke, einem Heizkissen oder Wärmeunterbett durchzuführen. Mit einem Mikrorechner oder Mi-

krocontroller kann ein geeigneter Regelalgorithmus leicht programmiert werden, wobei insbesondere auch Sicherheitsbestimmungen Rechnung getragen werden kann.

Eine Möglichkeit der Temperaturregelung besteht darin, eine Sollwertüberhöhung und eine geführte Sollwertreduzierung auf einen Nennwert zu verwirklichen. Bedingt durch die thermische Verzögerung des Anstiegs der Oberflächentemperatur des Heizkörpers 1 auf die Heizleitertemperatur infolge schlechter Wärmeleitung der Materialien des flexiblen Heizkörpers 1 ist es z.B. wünschenswert, den Temperaturanstieg zu verbessern. Eine Lösung hierzu bietet die Festlegung einer nach dem Einschalten der Heizvorrichtung zeitbedingten Erhöhung einer Sollwert-Temperatur. Um bei einem bereits vorgewärmten Heizkörper eine Überhöhung der Oberflächentemperatur zu erreichen, wird der Sollwert für die Regelung durch ein optimiertes Verfahren vorgegeben. Dies kann durch die Ermittlung der Differenz zwischen Sollwert und Istwert und einem davon abhängigen errechneten zeitweiligen Nachheizen nach Erreichen der Sollwert-Temperatur führen. Alternativ kann auch ein errechneter höherer Sollwert für die Regelung z.B. aus einem Soll- und Istwert-Temperaturvergleich festgesetzt werden. Ist also die Sollwert-/Istwert-Differenz beim Einschalten groß, so wird eine große Sollwertüberhöhung festgelegt. Die Überhöhung wird dann z.B. solange konstant oder verändert beibehalten, bis der Istwert mit dem überhöhten Sollwert übereinstimmt. Danach beginnt dann eine aus der Sollwertüberhöhung abgeleitete Temperaturabstufung. Auf diese Weise ergibt sich der Vorteil, dass die Oberflächentemperatur keinen Einbruch zeigt. Ist hingegen die Sollwert-/Istwert-Differenz beim Einschalten gleich wie bei einem laufenden Betrieb, so werden keine Sollwertüberhöhung und keine geführte Sollwertreduzierung auf Nennwert durchgeführt. Entsprechende Parameter für die Beurteilung der Sollwert-/Istwert-Differenz können in der digitalen Schaltungsanord-



nung 2.1 gespeichert werden. Je nach Art des flexiblen Heizkörpers 1, z.B. Heizkissen, Wärmeunterbetten oder Wärmedecken, kann dabei auch eine unterschiedliche Berechnungsmethode für die Sollwertüberhöhung vorgesehen werden. Dies kann z.B. durch Auswertung einer gespeicherten Software oder mittels programmierter Digitaleingänge oder aber durch zeitgesteuerte Zuschaltung oder Umschaltung auf eine andere Sollwertstufe realisiert werden.

Die bereits beschriebene Referenzmessung kann vorteilhaft zur Erkennung von Fehlern genutzt werden. Dazu kann der gemessene Referenzwert der Ladezeit mit dem Sollwert und/oder dem Istwert verglichen werden und anhand des Vergleichsergebnisses aufgrund vorbekannter bzw. gespeicherter oder eingegebener Werte ein Fehler der Elektronik, z.B. Kurzschluss in dem Steuerglied THY1 oder im Zusammenhang mit dem steuerbaren Schalter S3 erkannt werden. Aufgrund von Plausibilitätsvergleichen können die Fehler genau lokalisiert und zur Anzeige gebracht werden. Die Anzeige kann von einer einfachen Leuchtanzeige bis zu einer variablen Displayanzeige ausgelegt werden, wobei die Ansteuerung mittels der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 unterschiedlich, z.B. als blinkende Warnanzeige oder auch akustisch ausgebildet sein kann.

Die Abschaltung der Heizvorrichtung kann mittels einfacher oder mehrfacher Zeitschaltung erfolgen, wobei Abschaltzeiten fest oder separat schaltbar integriert sein können. Bei längerem Betrieb kann eine Temperaturabsenkung durch entsprechende Programmierung der digitalen Schaltungsanordnung 2.1 vorgesehen sein, um Hautverbrennungen durch dauernd hohe Oberflächentemperaturen des Heizkörpers zu vermeiden. Hierzu kann ab einer bestimmten Sollwert-Temperatur eine zeitabhängige Sollwertabstufung oder sogar Abschaltung der Heizung vorgesehen sein.

Mittels der Anzeigevorrichtung, vorliegend beispielsweise als Anzeigeeinheit LED angegeben, können die verschiedenen Betriebszustände der Heizvorrichtungen, z.B. Sollwertreduzierung, Zeitabschaltung oder dgl. einem Benutzer auf vielfältige Weise, z.B. mittels Farbe, Ziffern, Symbolen, Texten oder dgl. angezeigt werden. Dabei können Blinkbetrieb, wechselnde Farben, Flash-Anzeige oder ähnliches vorgesehen sein und auch eine Ton-, Sprach- oder Vibrationsanzeige realisiert werden. Ein Vibrationsalarm kann beispielsweise im Heizkörper oder einem Schnurschalter bis zum Absenken der Sollwert-Temperatur vorgesehen sein, um z.B. durch wiederkehrenden Betrieb ein Einschlafen des Benutzers während kritischer Phasen zu vermeiden.

## Ansprüche

1. Heizvorrichtung mit einer in einem flexiblen Heizkörper (1) integrierten und über ein Anschlusskabel an eine Versorgungsspannung (UV) anschließbaren elektrischen Heizleiteranordnung (1.1), einem mit dieser und weiteren Elementen einschließlich einem Steuerglied (THY1) für einen Heizstrom (iH) gebildeten Heizkreis (3) und mit einer zum Variieren des Heizstroms (iH) und Regeln der Temperatur an das Steuerglied (3) angeschlossenen Ansteuerschaltung (2) mit Regelkreis, wobei die Ansteuerung des Steuerglieds in Abhängigkeit einer Abweichung zwischen einem Istwert und einem Sollwert erfolgt,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Ansteuerschaltung (2) des weiteren zum Abgreifen einer von der Temperatur der Heizleiteranordnung (1.1) abhängigen elektrischen Messgröße (u21) - Strom oder Spannung - über einen Koppelzweig (5) an den Heizkreis (3) gekoppelt ist und einen Regelkreis mit einer Digitalisierstufe (2.11) einer digitalen Schaltungsanordnung (2.1) aufweist und  
dass die Ansteuerschaltung (2) derart ausgebildet ist, dass die Ansteuerung des Steuerglieds (THY1) zum Einregeln einer eingestellten Temperatur des Heizkörpers (1) auf der Grundlage von in der Digitalisierstufe (2.11) gebildeten digitalen Daten erfolgt.

2. Heizvorrichtung nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Messgröße ( $u_{21}$ ) mittels eines im Heizkreis (3) gebildeten Spannungsteilers abgegriffen ist, der einerseits mit der einen temperaturabhängigen Widerstand bildenden Heizleiteranordnung (1.1) und andererseits mit mindestens einem Widerstandselement (R21) gebildet ist.
3. Heizvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Messgröße ( $u_{21}$ ) über einen Zuführzweig (5) mittelbar oder unmittelbar der Digitalisierstufe (2.11) zum Bilden eines digitalen Istwertes zugeführt ist.
4. Heizvorrichtung nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Messgröße ( $u_{21}$ ) einem der Digitalisierstufe (2.11) vorgeschalteten analogen Zeitglied mit einer Widerstands-/Kondensatorschaltung (R7, C6) zugeführt ist,  
dass die Digitalisierstufe (2.11) zum Bilden des digitalen Istwertes ein Zeitmessglied aufweist und der digitale Istwert einem Istzeitwert bis zum Erreichen einer vorgegebenen oder vorgebbaren Ladespannung des Kondensators (C6) entspricht,  
dass in der Digitalisierstufe (2.11) als Sollwert ein Sollzeitwert vorgegeben oder vorgebbbar ist, und  
dass zum Heizen die Ansteuerung des Steuerglieds (THY1) in Abhängigkeit von einer Abweichung des Istzeitwertes von dem Sollzeitwert erfolgt.

5. Heizvorrichtung nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Kondensator (C6) mit seinem einen Anschluss über einen Ladewiderstand (R7) an einen Pol der Versorgungsspannung (UV) und mit seinem anderen Anschluss über den Koppelzweig (5) an den Heizkreis (3) gekoppelt ist und  
dass zum Erfassen der Messgröße ( $u_{21}$ ) und Bilden des Istwertes das Steuerglied (THY1) mittels der digitalen Schaltungsanordnung (2.1) angesteuert ist.
6. Heizvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Kondensator (C6) über einen Gleichrichter (D2) an die Versorgungsspannung (UV) angeschlossen ist.
7. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zum Bilden des Sollwertes das Steuerglied (THY1) in seinen den Heizkreis unterbrechenden nicht angesteuerten Zustand gebracht ist und der andere Anschluss des Kondensators (C6) zum Abgreifen einer entsprechend einer gewünschten Temperatur einstellbaren Teilspannung und zum Bilden des Sollwertes aus dieser an einen weiteren Spannungsteiler (8) angeschlossen ist.

8. Heizvorrichtung nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Abgriff der Teilspannung mittels eines zeitweilig über die digitale Schaltungsanordnung (2.1) angesteuerten Schaltglieds (S3) erfolgt und  
dass der gebildete Sollwert und/oder der gebildete Istwert zum Durchführen eines Soll-/Istwertvergleichs in der digitalen Schaltungsanordnung (2.1) abgespeichert wird/werden.
9. Heizvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die digitale Schaltungsanordnung (2.1) zum Erzeugen eines Referenzwertes als gemeinsame Bezugsgröße für den Sollwert und den Istwert ausgebildet ist.
10. Heizvorrichtung nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zum Bilden des Referenzwertes das Steuerglied (THY1) und das Schaltglied (S3) in ihren Unterbrechungszustand gebracht sind und der über den einen und anderen Anschluss mit der digitalen Schaltungsanordnung (2.1) verbundene Kondensator (C6) mittels dieser zur Durchführung der Referenzmessung entladbar ist und anschließend über den Ladezweig (7), den Koppelzweig (5) und das Widerstandselement (R21) des Heizkreises (3) geladen wird und dabei die bis zum Erreichen der Ladespannung des Kondensators (C6) mit dem Zeitmessglied der digitalen Schaltungsanordnung (2.1) gemessene Zeit als Referenzwert gespeichert wird.

11. Heizvorrichtung nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die digitale Schaltungsanordnung (2.1) derart ausgebildet ist, dass zur Temperaturregelung zunächst der Referenzwert während einer Versorgungshalbperiode ermittelt und anschließend während jeweils weiterer Halbperioden der Sollwert und der Istwert bestimmt und aufgrund des Vergleichs von Sollwert und Istwert die Temperatur eingeregelt wird und nach einer Pausenzeit, in der die Ansteuerung des Steuerglieds (THY1) unterbrochen ist, die genannten Schritte von der Referenzwertbildung bis zur Pausenzeit zyklisch wiederholt werden.

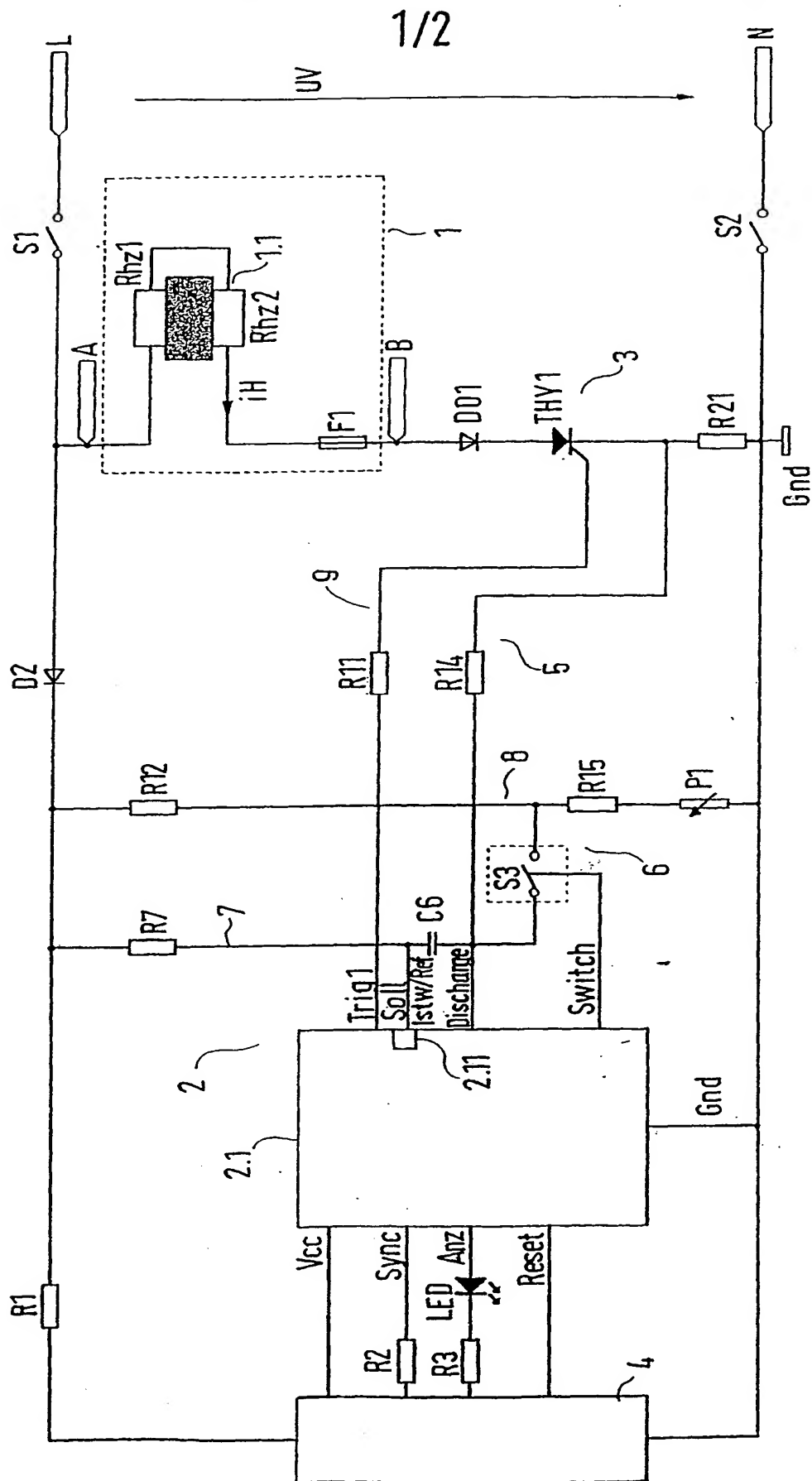


Fig.1



2/2

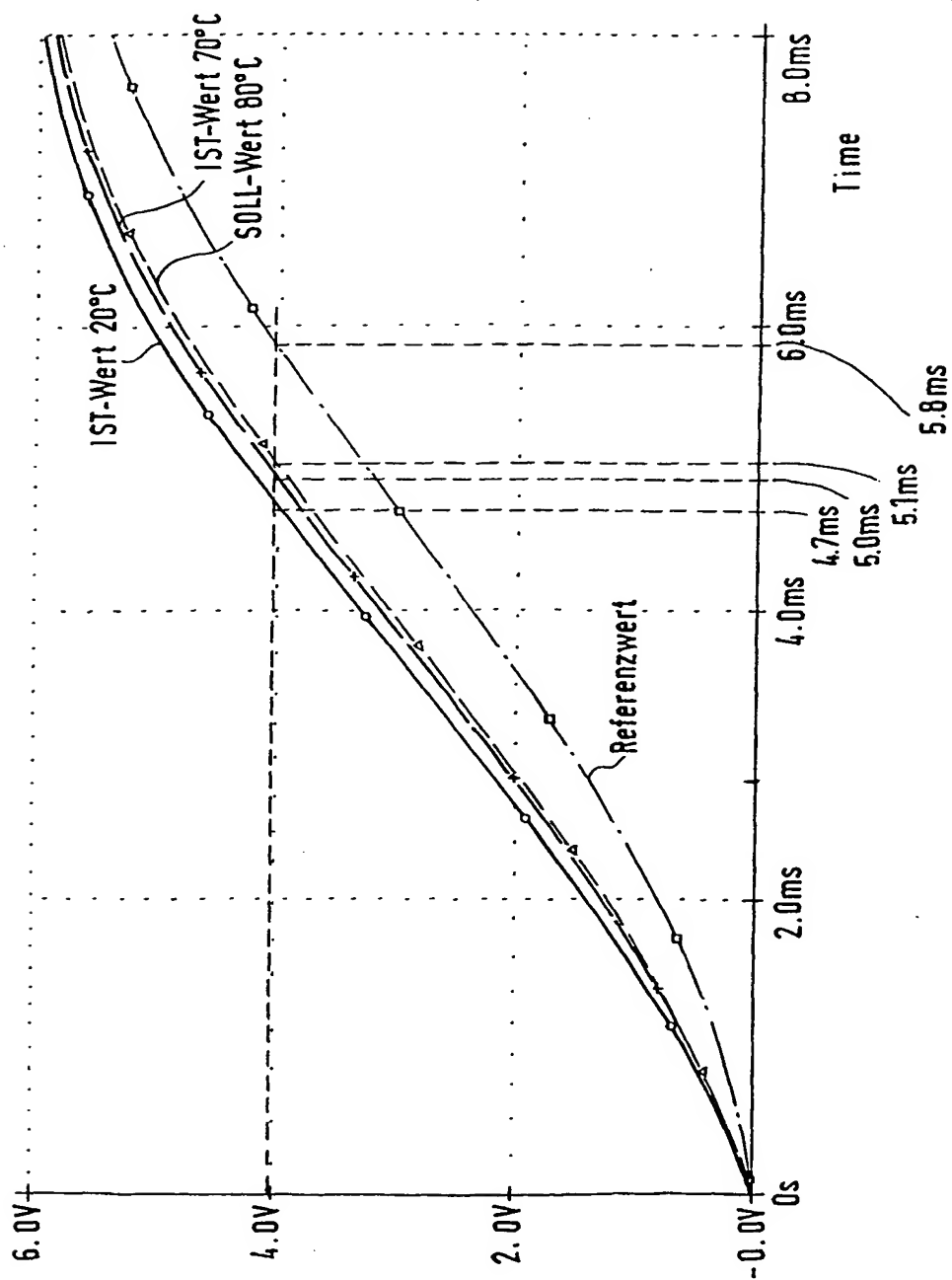


Fig.2